

薪炭林地土壤物理特性及 养分状况研究

杨咏元 王晗生 周泽生 米占国*

(中国科学院水利部西北水土保持研究所·陕西杨陵·712100)

摘 要

通过对黄土高原薪炭林地土壤的对比分析表明:试区土壤为黄绵土土体构型,质地为轻壤土或中壤土质;随着林木生长年限的增加,薪炭林地土壤水稳性团粒结构含量比农地对照提高了7.5%;土壤有机质也有明显地改善和提高;土壤水解氮的含量,以豆科柠条、刺槐、紫穗槐等树种林地含量高于山杏、沙柳等其它树种林地的含量;还对林地有效水的含量及利用状况、土壤的渗透特征进行了探讨。

关键词 薪炭林地 土壤物理 养分改变

黄土高原地区气候干旱,植被稀少,农业生产长期掠夺式经营,生态环境恶化愈演愈烈,使农村能源十分奇缺。发展人工薪炭林是解决农村能源的有效途径,同时也是改善生态环境的有效措施。

植物的生长发育,需要适宜的生长环境,特别是赖以生存的对其生长攸关的土壤环境,本文就是揭示薪炭林地的土壤基本性质,以及薪炭林对土壤的某些理化性质的改善作了初步的探讨,为选择和引植优良的树种、发展高产、稳产、可综合利用的能源林提供科学的依据。

1 自然概况

薪炭林试区位于宁夏回族自治区彭阳县古城乡硷沟门村,在茹河流域上游的北畔,为黄土高原丘陵区,海拔1500~1700m,属温带半干旱气候,年平均气温6.5℃~7.2℃,春季干旱少雨,年降雨量350~450mm,7~9月降雨量占全年60%以上,无霜期150~160天,土壤肥力低下,植被为灌丛草原,覆盖度仅为0.4~0.5。

2 土壤类型、质地及团粒结构

试区属黄土高原丘陵区,黄绵土土体构型,是分布比较广泛的土壤,由于长期掠夺式的种植和放牧,致使土壤遭受严重地侵蚀,原先的土壤剖面已遭冲失,后在黄土母质上新形成的新成土,土壤质地上下均一,表现出黄土母质松而软的性状,故称黄绵土。

收稿日期 1991-12-31

* 米占国同志在宁夏彭阳县科委工作

试区黄绵土以轻壤土或中壤土质地为主(表1),其剖面层次不明显,上下无明显过渡,仅有明显的A(耕层),C(母质层)二层,土壤上层熟化层薄而弱,肥效不耐持久,有良好的入渗力,土性与黄土母质相似,发生在新黄土上呈浅灰暗色,比较疏松,发生在老黄土

表1 薪炭林地的土壤机械组成 (%)

利用名称	深度 (cm)	各级颗粒组成(粒径: mm)							土壤类别	
		砂粒	细砂粒	粗粉粒	中粉粒	细粉粒	粘粒	物理性粘粒	苏联土	土壤
		1 ~0.25	0.25 ~0.05	0.05 ~0.01	0.01 ~0.005	0.005 ~0.001	< 0.001	< 0.01	壤质地	类别
柠条 ₁ 4年生	0~120	0	14.7	54.0	10.0	11.2	8.0	29.0	轻壤土	黄绵土
刺槐 ₁ 4年生	0~120	0	12.9	59.5	9.9	9.4	6.5	25.8	轻壤土	黄绵土
刺槐 ₂ 4年生	0~120	0	12.8	54.6	9.8	12.6	8.4	32.0	中壤土	黄绵土
沙柳 ₁ 3年生	0~120	0	12.2	60.6	7.8	16.3	8.0	26.1	轻壤土	黄绵土
沙棘 ₁ 4年生	0~120	0	10.3	69.0	8.6	12.0	8.2	29.0	轻壤土	黄绵土
沙棘 ₂ 7年生	0~120	0	10.4	55.6	11.0	12.7	9.3	32.9	中壤土	黄绵土
沙柳 ₂ 3年生	0~120	0	12.5	57.7	8.7	10.9	9.0	28.5	轻壤土	黄绵土
紫穗槐 ₁ 4年生	0~120	0	13.0	57.6	9.7	10.5	7.6	27.7	轻壤土	黄绵土
紫穗槐 ₂ 7年生	0~120	0	15.9	55.5	9.5	10.9	5.7	26.1	轻壤土	黄绵土
山杏 ₁ 3年生	0~120	0	14.0	52.7	9.4	13.3	7.0	29.7	轻壤土	黄绵土
荒地	0~120	0	13.1	56.1	11.9	10.9	7.9	30.7	中壤土	黄绵土
农地	0~120	0	12.4	56.5	11.1	12.6	7.4	31.0	中壤土	黄绵土
山杏林地25年生	0~120	0	9.8	50.4	12.9	17.1	8.9	39.9	中壤土	黄绵土

注: 剖面值为各层次之加权平均值

上呈灰棕色,则较密实,一般说来这一地区土壤侵蚀过程大于成土过程,因而使土壤发育仍停留在始发阶段,因此产量也不高。

从宁夏固原、彭阳、甘肃合水、陕西富县,由西至东一线的机械组成表明(见表2),各土壤剖面中细砂粒含量由西至东依次逐渐减少(分别为39.0%、12.5%、8.0%、5.0%);而粗粉粒(分别为37.0%、57.7%、61.0%、53.0%)、中粉粒(分别为7.0%、8.7%、9.0%、13.0%)、细粉粒(分别为7.0%、10.9%、14.0%、15.0%)、粘粒(分别为9.0%、9.0%、14.0%、15.0%)逐渐增加,其质地也由轻壤土过渡至中壤土。从上述由西至东土壤颗粒的分布概况证明

表2 宁、甘、陕地区黄绵土的机械组成(由西至东) (%)

地 点	深 度 (cm)	各级颗粒组成(粒径: mm)							土 壤 类 别	
		砂粒	细砂粒	粗粉粒	中粉粒	细粉粒	粘粒	物理性粘粒	苏联土	土 壤
		1 ~0.25	0.25 ~0.05	0.05 ~0.01	0.01 ~0.005	0.005 ~0.001	< 0.001	< 0.01	壤质地	类 型
宁夏固原	0~120	1	39.0	37.0	7.0	7.0	9.0	23.0	轻壤土	黄绵土
宁夏彭阳	0~120	0	12.5	57.7	8.7	10.9	9.0	28.5	轻壤土	黄绵土
甘肃合水	0~100	0	8.0	61.0	9.0	14.0	14.0	31.0	中壤土	黄绵土
陕西富县	0~130	0	5.0	53.0	13.0	15.0	15.0	42.0	中壤土	黄绵土

成土过程受气候及风积影响的地带特征明显。

土壤团粒结构,能够满足作物生长所要求的水、肥、气、热四大肥力因素的土壤被认为具有良好结构的土壤。一般把0.25~5.00mm之间大小的团聚体分析结果总量,作为评

价土壤肥力高低的依据。由表3中看出: 试区不同利用下土壤的水稳性团粒结构, 以25年生山杏林地由于种植年限达25年其含量达70.6%为最高; 荒地杂草丛生, 土壤表层根

表3 不同利用下土壤的水稳性团粒结构

利 用 状 况	深度 (cm)	>0.25 mm 团粒结构含量(%)
薪炭林地刺槐 ₂ 4年生	0~48	54.1
薪炭林地沙棘 ₁ 4年生	0~38	54.2
荒 地	0~48	58.9
农 地	0~50	50.8
山杏林地 ₂ 5年生	0~46	70.6

采用: 约德(roder, R. E. 1936)法分析

系缠绕, 对其肥力产生一定的影响, 团粒含量为58.9%居第二, 薪炭林刺槐及沙棘地为54.1%及54.2%属中等含量; 农地含量为50.8%最低。薪炭林地的水稳性团粒含量比农地提高了7.5%, 说明黄土高原的土壤在植林种草后, 土壤中的有机质得到了改善, 亦相应地提高了土壤团粒结构的含量。而且随着薪炭林生长年限的增长, 其土壤有机质含量及水稳性团粒含量可以大幅度的提高。

3 土壤物理性质及水分常数

从表4中不同利用下土壤的容重、毛管水、总孔隙度来看: 刺槐及沙棘以及农地表层土壤容重小, 至下层逐渐处于增大的趋势, 而荒地及25年生山杏林地表层容重大, 第二层减小后再逐渐增大; 薪炭林地的土壤毛管水表层含量高并随剖面的加深而减少, 荒地及农地、山杏林地表层含量低, 随剖面的加深而增加; 薪炭林地、农地表层总孔隙度大, 随剖面的加深而减小, 荒地及25年生山杏林地表层小, 随剖面的加深则有增大的趋势。

土壤有效水分, 一般用田间持水量减去凋萎湿度之差值作为土壤有效水的统计指标。各土壤剖面的凋萎湿度、自然含水量、田间持水量及有效水含量分别为: 沙棘地8.62%~14.4%、13.9%~15.7%、17.93%~20.24%及9.09%~11.62%; 刺槐地10.4%~11.26%、12.7%~15.8%、22.28%~23.49%及12.00%~13.09%; 荒地9.70%~10.66%、12.0%~13.7%、20.58%~22.46%及10.88%~12.24%; 农地9.30%~9.96%、14.4%~15.2%、21.16%~22.80%及11.86%~12.96%; 山杏林地10.84%~12.04%、12.6%~13.0%、22.10%~23.33%及10.42%~12.49%。结果表明不同利用下的土壤剖面的自然含水量, 介于凋萎湿度和田间持水量之间并在有效水含量范围内, 部分还高于有效水的含量。这说明黄土高原虽处于较干旱地区, 由于土层深厚, 试区土壤自然含水量仍保存在有效水范围内, 显示出深厚的黄土层有利于土壤防旱保墒, 便于地面植物对深层土壤水分的利用。

上述的水分特征, 对植物生长呈现的生态环境: 在农田生产上, 可以满足本地低产作物需水量的大部或全部, 并有利于生长期短、耗水强度大的秋田作物; 在草地生产上, 发展人工草地会增强对土壤水分的利用, 减小无效消耗; 在林业生产上, 发展乔木林, 因毕竟土壤容水量不大, 且储量不足, 可能会受到较大的限制; 研究证实对发展灌木林, 如沙棘、刺槐、柠条等, 在整个生长期间, 因有一定量的有效水分贮存量, 可供植物蒸腾作用所消耗的

表4 薪炭林地土壤的物理性质及水分常数

利用名称	深度 (cm)	土壤容重 g/cm ³	自然含水率 (%)	毛管含水量 (%)	总孔隙度 (%)	最大吸湿水 (%)	凋萎湿度 (%)	田间持水量 (%)	有效水 (%)
薪炭林刺槐 ₂ 4年生	0~14	1.36	12.7	42.5	50.2	5.20	10.40	23.49	13.09
	14~18	1.40	15.8	43.7	48.6	5.63	11.26	23.40	12.14
	48~82	1.45	14.8	42.9	46.7	5.19	10.28	22.28	12.00
	82~120	1.48	12.6	39.0	45.8	4.65	9.30	—	—
薪炭林沙棘 ₁ 4年生	0~13	1.40	13.9	43.9	48.7	4.31	8.62	20.24	11.62
	13~38	1.43	15.7	41.6	47.4	4.72	9.44	19.62	10.18
	38~77	1.42	14.5	41.9	48.0	4.42	8.84	17.93	9.09
	77~120	1.46	12.9	39.5	46.3	3.97	7.94	—	—
荒地	0~16	1.29	12.0	38.4	52.6	5.08	10.16	22.40	12.24
	16~48	1.25	13.0	41.1	54.1	5.33	10.66	21.93	11.27
	48~78	1.22	13.7	41.9	55.0	4.85	9.70	20.58	10.88
	78~120	1.25	9.5	41.3	53.9	4.47	8.94	—	—
农地	0~18	1.12	14.4	43.5	58.7	4.98	9.96	21.92	11.96
	18~50	1.23	15.2	42.4	54.8	4.92	9.84	22.80	12.96
	50~82	1.28	15.0	40.0	52.8	4.65	9.30	21.16	11.86
	82~120	1.21	12.8	43.9	55.4	4.29	8.58	—	—
山杏林地 25年生	0~17	1.34	12.6	38.1	50.8	5.42	10.84	23.33	12.49
	17~46	1.23	13.0	42.6	54.8	6.02	12.04	22.54	10.50
	46~78	1.23	12.6	41.9	54.8	5.84	11.68	22.10	10.24
	78~120	1.24	11.0	41.3	54.5	6.52	9.78	—	—

表中最大吸湿水采用饱和湿度法测定、凋萎湿度(%) = 最大吸湿水(%) × 2(轻壤土)

有效水分使其能正常生长,其条件相对都是较适宜的,而且大大的改善了土壤的森林生长的特征。从研究树木对土壤的影响来说,为发现和证实种植最有希望的树种提供了理论依据。

4 薪炭林地土壤的渗透特征

土壤的渗透一般来说与土壤的质地有密切的关系,轻质土壤渗透较快,而重壤质土壤渗透较慢。水分的入渗过程不仅以重力水运动的形式渗入土中,而且还以毛管运动的形式渗入土中,而毛管运动决定于土壤中湿度的梯度。当土壤比较肥沃,有机质含量较高时,土壤颗粒的水稳性程度亦高,以及利用状况等都是影响土壤入渗能力的重要因素。

通过表5中的薪炭林与不同利用下土壤的平均渗透率比较,时段起迄在5~10及105~125min间土壤入渗的 k_{10} 值:25年生山杏林地3.036及0.703mm/min、薪炭林刺槐地为1.602及0.702mm/min、薪炭林沙棘地为1.353及0.662mm/min、荒地为1.532及0.539mm/min、农地为1.305及0.669mm/min。其结果表明:山杏林由于生长时间长达25年,地表积累有一定的枯枝落叶,加之凋落物的腐烂分解,灌丛草本植物的繁衍,树大根深,土壤疏松,结构良好,故渗透率最高;4年生的薪炭林刺槐地及沙棘地,由于植被茂密,枝叶层层交错,植被覆盖程度好,林木根系发达活动达6m以上,加之在株行之间种有多年生的沙打旺或苜蓿,大部分植株已衰败枯死,根系开始腐烂,使非毛管孔隙

表5 薪炭林地与不同利用的土壤平均渗透率

刺槐, 4年生	历时(min)	5	10	15	20	30	40	50	60	125
	渗透累积量(ml)	4630	6050	7220	8110	9780	11260	12680	14090	22820
	时段起始(min)	2~5	5~10	10~15	10~15	15~20	30~40	40~50	50~60	105~125
	平均渗透率(mm/分)	3.300	2.130	1.755	1.335	1.253	1.110	1.065	1.058	0.986
	K_{10}	2.481	1.602	1.305	0.982	0.921	0.816	0.783	0.769	0.720
沙棘, 4年生	历时(min)	5	10	15	20	30	40	50	60	125
	渗透累积量(ml)	3270	4520	5660	6510	8200	9720	11270	12720	21530
	时段起始(min)	2~5	5~10	15~20	20~30	20~30	30~40	40~50	50~60	105~125
	平均渗透率(mm/分)	3.000	1.880	1.710	1.275	1.268	1.140	1.163	1.088	0.914
	K_{10}	2.158	1.353	1.230	0.921	0.924	0.829	0.853	0.810	0.662
荒地	历时(min)	5	10	15	20	30	40	50	60	125
	渗透累积量(ml)	2180	3600	4790	5880	7610	9310	10900	12480	22860
	时段起始(min)	2~5	5~10	10~15	15~20	20~30	30~40	40~50	50~60	105~125
	平均渗透率(mm/分)	2.300	2.130	1.785	1.635	1.298	1.275	1.193	1.185	0.878
	K_{10}	1.670	1.532	1.284	1.176	0.924	0.898	0.823	0.809	0.593
农地	历时(min)	5	10	15	20	30	40	50	60	125
	渗透累积量(ml)	3010	4180	5030	5810	7250	8630	10010	11340	20580
	时段起始(min)	2~5	5~10	10~15	15~20	20~30	30~40	40~50	50~60	105~125
	平均渗透率(mm/分)	2.590	1.755	1.275	1.170	1.080	1.035	1.035	0.998	1.013
	K_{10}	2.193	1.305	0.948	0.860	0.785	0.745	0.737	0.703	0.699
山杏林地 25年生	历时(min)	5	10	15	20	30	40	50	60	125
	渗透累积量(ml)	4165	6395	8135	9420	11510	13295	14930	16405	24395
	时段起始(min)	2~5	5~10	10~15	15~20	20~30	30~40	40~50	50~60	105~125
	平均渗透率(mm/分)	6.294	3.345	2.610	1.928	1.568	1.339	1.227	1.107	0.843
	K_{10}	5.729	3.036	2.389	1.749	1.364	1.203	1.102	0.967	0.703

注: 土壤渗透率, 采用双环法测定

增加,因此渗透率仅次于25年生的山杏林地,高于荒地及农地;荒地生长有一些天然杂草,随着植株的生长发育,根系在土中交织缠绕以及放牧践踏,土壤较紧密,非毛管空隙减小,因此渗透率比薪炭林地低,而农地由于耕耘活动的影响,其渗透率为最低。

5 薪炭林地土壤的有效养分状况

薪炭林地土壤的养分状况(表6)有如下特点:

5.1 剖面中有机质的分布:含量非常微薄,主要集中在表层,在0~120cm的土壤剖面中含量为0.37%~0.57%,低于黄绵土0.8%的平均值。

从薪炭林地与25年生山杏林地、荒地、农地的土壤有效态养分比较来看:其有机质的含量山杏林地1.04%、荒地为0.58%、薪炭林柠条为0.56%、刺槐为0.57%,沙棘为0.54%、农地为0.54%,从数值分析薪炭林地的土壤有机质含量低于25年生山杏林地,但与荒地相当,且略高于农地,这表明薪炭林地的土壤有机质有明显的改良和提高。

表6 薪炭林地土壤的养分状况

利用树种名称	深度 (cm)	有机质 (%)	有效养分 (mg·kg ⁻¹)		利用树种名称	深度 (cm)	有机质 (%)	有效养分 (mg·kg ⁻¹)	
			水解氮	速效磷				水解氮	速效磷
柠条 ₁ 4年生	0~120	0.56	30.0	1.36	紫穗槐 ₁ 7年生	0~120	0.38	18.2	1.04
刺槐 ₂ 4年生	0~120	0.57	26.2	1.26	山杏 ₁ 4年生	0~120	0.50	25.1	0.54
沙柳 ₁ 3年生	0~120	0.37	17.3	0.53	荒地	0~120	0.58	36.7	0.48
沙棘 ₁ 4年生	0~120	0.54	23.0	0.77	农地	0~120	0.54	34.2	0.87
紫穗槐 ₁ 4年生	0~120	0.43	21.4	0.87	山杏林地25年生	0~120	1.04	53.7	0.68

注:剖面值为各层次之加权平均值

5.2 水解氮及速效磷的含量:表层含量高,随深度的增加含量逐渐减小。其含量水解氮及速效磷分别为17.3~30.0mg·kg⁻¹及0.53~1.36mg·kg⁻¹,低于黄绵土水解氮及速效磷的平均值70mg·kg⁻¹及4.5mg·kg⁻¹的含量。

水解氮的含量:从各薪炭林的树种比较来看,以豆科树种柠条、刺槐、紫穗槐林地土壤的含量相对的高于山杏、沙柳等树种林地土壤的含量,这表明豆科林对林地土壤有固氮贮存的作用。从许多研究资料还表明:在黄土地区普遍缺乏磷素,而且大部分土壤养分供应状况既缺氮同时亦缺磷,因此给幼林或是作物施肥,单施磷肥或是单施氮肥,都不如氮磷配合施用(以氮促磷释放)有更明显的增产效果。因此,在黄土区氮磷合理地配合施用具有普遍的实践意义。

6 小 结

黄土高原广大地区,由于燃料十分缺乏,新造林地的枯枝落叶及杂草常被搂扒割光,片叶寸草不留,冬春尽辟为牧场觅食践踏,致使土壤结构改良缓慢,不利于雨水的入渗和保持。研究证明,此类地区,调整农林牧结构,适度增大林草比例,大力发展薪炭林,对于促进农业生产,农林牧全面发展具有十分深远的意义。

对黄绵土的改良和利用主要是围绕防止水土流失的进一步发展为目的而进行。通过

发展薪炭林,既可达到恢复植被,控制水土流失的目的,又可解决当地人民烧柴和牲畜饲料以及肥料问题,是一项投资小,效益大,解决农村能源的有效途径。

薪炭林对黄绵土的肥力状况及渗透特性的影响,说明薪炭林改良了黄绵土的理化性质,培肥地力,对黄绵土的进一步发育有着良好的促进作用。这方面的论述可为黄绵土适地适树(或种)以及坡地(尤其坡度大于 25° 的坡地)退耕还林(草)发展薪炭林提供土壤学依据。

参 考 文 献

- [1] 朱显谟. 黄土高原土壤与农业. 农业出版社, 1989年5月
- [2] 田积莹等. 黄土地区土壤物理性质及与黄土成因的关系. 中科院西北水保所集刊, 1987年第5集
- [3] 周泽生等. 黄土高原能源林植物选择研究之一. 水土保持学报, 1989年第1期

THE STUDY ON THE SOIL PHYSICAL CHARACTERISTIC AND NUTRIENT CONDITION OF FUEL-FOREST LAND

Yang Yongyuan Wang Hansheng Zhou Zesheng Mi Zhanguo
(Northwestern Institute of Soil and Water Conservation, the
Chinese Academy of Sciences and the Ministry of Water
Conservancy YangLingi·Shaanxi·712100)

Abstract

By soil contrast analysis of fuel-forest lands, the result shows: The soil of the experimental area was the Huangmian soil form, whose texture was a light loam or a medium loam. With the growth age of trees increasing, the soil waterstable aggregate content of fuelforest land rose by 7.5% as against the farming land which was regarded as the check land, and there was also a obvious improvement in soil organic matter. The hydrolyzable nitrogen content in the forest lands of the leguminous trees including Korshinsk Peashrub, Black Locust, Shrubby Falseindigo, etc., was higher than that in the other forest lands of the trees including Siberian Apricot, Mongolian Willow, etc. An approach on soil available water content, utilization status, penetrability of fuel-forest land also was studied in this paper.

Key words fuel-forest land soil physical property change in nutrient content